

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-212918

(43)Date of publication of application : 15.08.1997

(51)Int.Cl. G11B 7/24  
G11B 7/24  
G11B 7/00  
G11B 7/125

(21)Application number : 08-023664

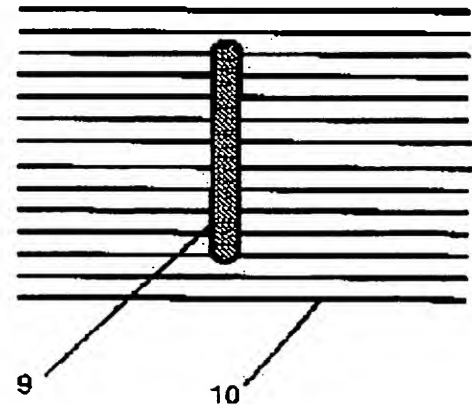
(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 09.02.1996

(72)Inventor : MIYAUCHI YASUSHI  
TERAO MOTOYASU  
MIYAMOTO MAKOTO  
HIROTSUNE AKEMI  
SHIROISHI YOSHIHIRO  
AWANO HIROYUKI**(54) INFORMATION-RECORDING MEDIUM AND METHOD AND APPARATUS FOR  
INITIALIZING THE MEDIUM****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and apparatus for initializing an information recording medium which can effectively record information without overwriting times.

**SOLUTION:** A beam is molded so that a beam spot shape emitted from a high output semiconductor laser, a flash or a strobe light source becomes an elliptical shape on a recording film surface, the beam is emitted in the state that the long axis direction of the elliptical spot 9 is disposed substantially perpendicular to the recording track 10 direction, and at least part of the film is at least once melted. Thus, the bond of elements in the film is stabilized by melting the film by initializing, and excellent characteristics are obtained without overwriting time.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-212918

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 7/24	5 6 1	8721-5D	G 1 1 B 7/24	5 6 1 P
	5 2 2	8721-5D		5 2 2 D
7/00		9464-5D	7/00	F
7/125			7/125	C

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-23664

(22) 出願日 平成8年(1996)2月9日

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000005810  
日立マクセル株式会社  
大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72) 発明者 宮内 靖  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 寺尾 元康  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報の記録媒体とその初期化方法及び初期化装置

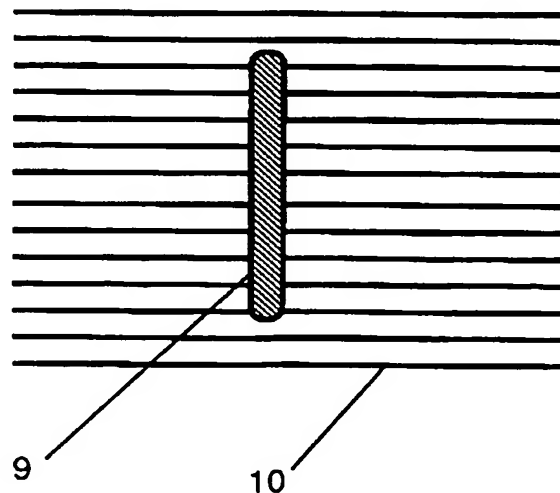
(57) 【要約】

【課題】 書き換え可能な相変化光記録媒体の従来の初期化では、オーバーライト回数によって再生信号波形歪みの程度が大きく変化した。

【解決手段】 高出力半導体レーザあるいはフラッシュ、あるいはストロボ光源から出射されたビームスポット形状が記録膜面上で長円形となるようにビームを成形し、さらにこの長円スポットの長軸方向を記録トラック方向に対してほぼ直角方向になるように配置した状態でビームを照射して、記録膜の少なくとも一部を少なくとも一度は融解する。

【効果】 初期化による記録膜の融解により記録膜中の各元素の結合が安定状態となり、オーバーライト回数によらず良好な特性が得られた。

図 2



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】エネルギービームの照射によって情報の記録が可能な光記録媒体において、その記録膜の少なくとも一部分が、初期化用エネルギー源から出射され、ディスク上のビームスポットの最大幅が記録トラックピッチより大きいエネルギービームの照射により融解過程を経ていることを特徴とする情報の記録媒体。

【請求項2】請求項1記載の情報の記録媒体において、エネルギー源から出射されたビームがパルス状に照射されていることを特徴とする情報の記録媒体。

【請求項3】請求項1記載の情報の記録媒体において、初期化後の結晶粒の最大幅が $0.1\mu\text{m}$ 以上である（粗大結晶粒）ことを特徴とする情報の記録媒体。

【請求項4】請求項3記載の情報の記録媒体において、粗大結晶粒領域の幅が記録トラック幅よりも広いことを特徴とする情報の記録媒体。

【請求項5】請求項3記載の情報の記録媒体において、少なくとも初期化を行なった領域と初期化を行なわない領域との境界部分の粗大結晶領域の片側の縁が、円弧の一部が多数集まった形状であることを特徴とする情報の記録媒体。

【請求項6】請求項1記載の情報の記録媒体において、初期化に用いるエネルギービームの波長におけるas dep.状態での反射率が、情報の読み出しに用いるエネルギービームの波長におけるas depo.状態での反射率の3倍以下であることを特徴とする情報の記録媒体。

【請求項7】請求項1記載の情報の記録媒体において、少なくとも基板上に保護層、光記録膜、中間層、反射層を有し、該保護層の膜厚は、 $50\text{nm}$ 以上 $150\text{nm}$ 以下であることを特徴とする情報の記録媒体。

【請求項8】請求項1記載の情報の記録媒体において、少なくとも基板上に保護層、光記録膜、中間層、反射層を有し、該光記録膜の膜厚は、 $10\text{nm}$ 以上 $50\text{nm}$ 以下であることを特徴とする情報の記録媒体。

【請求項9】請求項1記載の情報の記録媒体において、少なくとも基板上に保護層、光記録膜、中間層、反射層を有し、該中間層の膜厚は、 $5\text{nm}$ 以上 $50\text{nm}$ 以下であることを特徴とする情報の記録媒体。

【請求項10】請求項1記載の情報の記録媒体において、少なくとも基板上に保護層、光記録膜、中間層、反射層を有し、該反射層の膜厚は、 $30\text{nm}$ 以上 $300\text{nm}$ 以下であることを特徴とする情報の記録媒体。

【請求項11】請求項1記載の情報の記録媒体において、少なくとも基板上に保護層、光記録膜、中間層、第1反射層、第2反射層を有し、該第2反射層の膜厚は、 $20\text{nm}$ 以上 $300\text{nm}$ 以下であることを特徴とする情報の記録媒体。

【請求項12】エネルギービームの照射によって情報の記録が可能な光記録媒体を最初に記録可能な状態にする情報の記録媒体の初期化方法において、初期化用エネルギー

2

源から出射され、ディスク上のビームスポットの最大幅が記録トラックピッチより大きいエネルギービームの照射により融解過程を経ていることを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

【請求項13】請求項12記載の情報の初期化方法において、エネルギー源が光源であり、その主たる波長は記録媒体の記録・再生の波長の少なくとも一方との波長差が $100\text{nm}$ 以下であることを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

10 【請求項14】請求項12記載の情報の初期化方法において、単一のビームスポットにより初期化を行うことを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

【請求項15】請求項12記載の情報の初期化方法において、記録膜が融解した後冷却中に記録膜が再結晶化する条件で初期化を行なうことを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

【請求項16】請求項12記載の情報の記録媒体の初期化方法において、エネルギー源から出射されたビームスポット形状が記録膜面上で長円形または長方形となるようにビーム成形し、この光スポットの長軸方向を記録トラック方向に対してほぼ直角方向に配置した状態で記録媒体を回転させながら該光スポットを記録媒体の半径方向に移動させることによって初期化を行うことを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

【請求項17】請求項12記載の情報の記録媒体の初期化方法において、記録媒体の線速度を $4\text{m/s}$ 以上 $30\text{m/s}$ 以下とした条件で初期化を行なうことを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

30 【請求項18】請求項12記載の情報の記録媒体の初期化方法において、エネルギー源から出射しエネルギービームを記録媒体上でパルス状に照射させることを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

【請求項19】請求項18記載の情報の記録媒体の初期化方法において、初期化用ビームのパワーレベルを、高いパワーレベル（PH）、中間のパワーレベル（PM）、低いパワーレベル（PL）の少なくとも3つのレベルに設定した状態で初期化を行なうことを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

【請求項20】請求項19記載の情報の記録媒体の初期化方法において、初期化用ビームのそれぞれのパワーレベルが、

高いパワーレベル（PH）：ビームスポットの中心で記録膜が融解するパワーレベル以上、

中間のパワーレベル（PM）：記録媒体の線速度が速くなるほど高い。（ $\text{PH} > \text{PM} > \text{PL}$ の関係）

低いパワーレベル（PL）：再生パワーレベル。

の条件を満たした条件で初期化を行なうことを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

50 【請求項21】請求項19記載の情報の記録媒体の初期化方法において、初期化時の記録媒体の線速度を $v$ 、初

3

期化用ビームの記録トラック方向の半値幅を  $x$ 、初期化用ビームのパルス照射周波数を  $f$  とすると、

$$f \geq (v/x)$$

の条件を満たした条件で初期化を行なうことを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

【請求項 2 2】請求項 1 2 記載の情報の記録媒体の初期化方法において、まず最初にフラッシュ光照射を行い、次にエネルギー源から出射されたビームスポット形状が記録膜面上で長円形または長方形となるようにビーム成形し、この光スポットの長軸方向を記録トラック方向に対してほぼ直角方向に配置した状態で記録媒体を回転させながら該光スポットを記録媒体の半径方向に移動させることによって初期化を行うことを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

【請求項 2 3】請求項 1 2 記載の情報の記録媒体の初期化方法において、該光スポットの短軸方向の光強度分布がガウス分布に近く、長軸方向の光強度分布の断面形状が台形（頂点が平坦）に近いことを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

【請求項 2 4】請求項 1 2 記載の情報の記録媒体の初期化方法において、最初に融点より低く、結晶化しやすい温度となるパワーで照射を行ない、次に、記録膜の少なくとも一部が融解するパワーで照射を行なうことを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

【請求項 2 5】請求項 1 2 記載の情報の記録媒体の初期化方法において、最初に記録膜の少なくとも一部が融解するパワーで照射を行ない、次に、記録の融点より低く、結晶化しやすい温度となるパワーで照射を行なうことを特徴とする情報の記録媒体の初期化方法。

【請求項 2 6】エネルギービームの照射によって情報の記録が可能な光記録媒体を最初に記録可能な状態にする情報の記録媒体の初期化装置において、初期化用エネルギービームを出射する手段、記録媒体を回転または移動させる手段、初期化用のビームの焦点を記録膜上に合わせる手段、初期化用ビームの記録媒体上の位置を動かす手段、初期化ビームのパワーレベル及び照射時間を制御し記録膜の少なくとも一部を一時的に融解させる手段を少なくとも有することを特徴とする情報の記録媒体の初期化装置。

【請求項 2 7】請求項 2 5 記載の情報の記録媒体の初期化装置において、エネルギー源から出射されたビームのスポット形状が記録膜面上で長円形となるように集光する手段、該長円スポットの長軸方向を記録トラック方向に対してほぼ直角方向に配置する記録ヘッドの位置決め手段、記録媒体の回転または移動とエネルギービームの記録媒体の半径方向の移動の相互の関係を制御する手段、融点より低く、結晶化しやすい温度で結晶化させるためのフラッシュ光を照射する手段、フラッシュ光照射とエネルギービーム照射の照射順序を決定する手段、長円スポットの短軸方向の光強度分布がガウス分布に近

4

く、長軸方向の光強度分布の断面形状が台形（頂点が平坦）の長円スポットに整形する手段のうち少なくとも 1 つ以上の手段を有することを特徴とする情報の記録媒体の初期化装置。

【請求項 2 7】請求項 2 5 記載の情報の記録媒体の初期化装置において、エネルギー源が光源であり、その主たる波長は記録媒体の記録・再生の波長の少なくとも一方との波長差が 100 nm 以下であることを特徴とする情報の記録媒体の初期化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はレーザ光等の記録用ビームによって、たとえば映像や音声などのアナログ符号を FM 変調したものや、たとえば電子計算機のデータや、ファクシミリ信号やディジタルオーディオ信号などのディジタル情報を、リアルタイムで記録することが可能な情報の記録媒体とその初期化方法及び記録・再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】結晶-非晶質間の相変化を利用して情報の記録を行う相変化型光ディスクにおいて、記録するレーザ照射時間とほぼ同じ程度の時間で結晶化が行える高速消去が可能な記録膜を用いた場合には、1 つのエネルギービームのパワーを、いずれも読み出しパワーレベルより高い 2 つのレベル、すなわち高いパワーレベルと中間のパワーレベルとの間で変化させることにより、既存の情報を消去しながら新しい情報を記録する、いわゆるオーバーライト（重ね書きによる書き換え）が可能である。このような記録膜を真空蒸着法およびスパッタリング法などで形成した直後（as depo. 状態）は少なくとも一部分が非晶質状態となっているか、または準安定な結晶状態となっている。このような as depo. 状態は通常、反射率が低く、オートフォーカスやトラッキングが不安定になりやすい。そこで、記録膜を予め初期化している。従来は、この初期化の手段の一つとして、特公平 2-45247 のように、例えば、アルゴンレーザのレーザビームを長円形の光スポットとして、その長手方向が記録媒体の半径方向にほぼ一致するようにして照射し、記録膜を結晶化温度以上融点以下の温度範囲になるようにして結晶化させていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来技術を用いて情報の記録媒体の初期化を行なった場合には、記録膜を融点より低い 400～500℃で結晶化させているため結晶粒が全体に小さく、初期オーバーライト後の結晶化速度はやや遅く、約 100 回のオーバーライトによる書き換えで結晶化速度が速くなり、徐々に定常状態に達する。このため、定常状態に達した後、最適の記録・再生が行えるように記録波形を定めると、初期のオーバーライトでは再生信号波形の、特に記録マークの後端位置に対応

5

する部分の時間軸方向のシフトやゆらぎ（ジッター）が大きく、2～5回のオーバーライトで最大になり約100回までに小さくなってその後定常状態に達する。従って、オーバーライト回数2～100回で、場合によっては読みだしエラーを起こしてしまうことになる。このような結晶化速度の変化は、製膜し、結晶化させただけの記録膜には原子間結合の乱れが多く、結晶化速度が制限され、記録時に膜が融解することにより乱れが徐々に少なくなるために起こると考えられる。さらに、従来技術の装置では、Arレーザから出されたレーザビームを2つのスポットに分離して初期化を行うなど、装置が複雑になるという問題があった。

【0004】従って、本発明の目的は、上記従来技術における問題点を解決し、オーバーライト回数によらず情報の記録が確実に行えるための情報の記録媒体の初期化方法及び初期化装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上述した従来技術における問題点を解決するために、本発明の初期化方法においては、例えば初期化用の高出力レーザ（出力2W程度）を用い、この高出力レーザから出射された単一のビームスポット形状が記録膜面上で長円形となるようにビームを成形し、さらにこの長円スポットの長軸方向（長手方向）を記録トラック方向に対してほぼ直角方向になるように配置した状態で記録媒体を回転または移動させながら記録膜上に焦点を合わせて照射する。そして、初期化用ビームを記録媒体の半径方向に移動させて初期化を行なう。本発明では記録膜の少なくとも一部分が、初期化用エネルギー源から出射され、ディスク上のビームスポットの最大幅が記録トラックピッチより大きい特に高パワーのエネルギービームの照射により融解過程を経ていることが特徴である。高パワーのエネルギービームとしては、キセノンランプ等の光源から発生するフラッシュ光、ストロボ光（繰り返しパルス光フラッシュ光）を、光の一部を通過させるマスク（スリット）、レンズ、反射鏡のうちの一つ以上を用いて、記録媒体の全面でなく、面積を1/3以下、より好ましくは1/10の領域に当たるようにビーム状にしたものを用いても良い。レーザを用いる利点は、ビームを十分に集光できるので1回当たりの照射時間が短く、記録媒体の熱によるダメージを避けられることである。ただし、初期化装置の価格は高い。

【0006】一方、フラッシュ光やストロボ光の場合には、膜に欠陥があるとクラックなどを生じやすいが、初期化装置を安価にすることが容易である。ここで、レーザ照射等により記録膜の温度が融点以上に達し、記録膜が融解し、その後冷却される。これにより、記録膜の原子配列は安定状態となり、初回のオーバーライトから良好な特性が得られた。ここで、記録膜の冷却速度がディスクの記録時の冷却速度よりも小さいので記録膜の融解

6

後は少なくとも部分的に再結晶化して結晶状態となる。結晶成長速度が小さい記録膜で再結晶化領域が小さい場合には、更に結晶化温度以上融点以下の温度範囲のレーザビーム照射や、フラッシュ光、ストロボ光照射等を行ない、記録膜を結晶化させてもよい。この時、記録膜が融解後再結晶化した方が、ディスク全面にわたって一様な最大幅が0.1μm以上の粗大結晶粒径（記録マーク消去後の結晶粒形よりも大きい）の結晶状態となる可能性があり好ましい。この時の初期化エネルギービームの1回照射に対応する粗大結晶粒領域の幅は記録トラック幅よりも広がっている。

【0007】上記のような初期化のうち、高出力レーザによる初期化において、熱によるダメージを少なくするために、本発明の一例で用いた長円スポットは、初期化装置内の光学系で整形することにより、短軸方向（短手方向）の光強度がガウス分布に近く、長軸方向（長手方向）の光強度分布の断面形状が台形（頂点が平坦）に近い形状となっている。そしてこの長円スポットの長軸方向（長手方向）を記録トラック方向に対してほぼ直角方向になるように配置した状態でディスクを回転させ記録膜上にビーム焦点があうようにして連続光（DC光）照射による初期化を行った。記録トラック方向（短軸方向）のスポット幅は狭く、記録・再生装置のスポット幅と大差ないため、急熱急冷が可能であり、熱によるダメージが少ない。更に、ディスク上の初期化用ビームスポットの最大幅を記録トラックピッチより大きくすることにより、初期化に要する時間が少なくなる。例えば、短時間で大面積の初期化を可能とするために、ビームスポットの形状が記録膜面上で約1.5μm×100μm程度の長円スポットの高出力レーザ（パルス出力2W程度）を用いた。そしてこの長円スポットの長軸方向（長手方向）を記録トラック方向に対してほぼ直角方向（ディスクの半径方向）になるように配置した状態で連続的にビームを照射することにより、ディスク1回転で最大100μmの送りピッチで初期化することができる。

【0008】例えば、直径5インチのディスクを1800rpmで回転させ、半径30mmから外周に向かって半径60mmまで、送りピッチ100μmでビームを移動させながら初期化を行ったとすると、約10秒で初期化が完了することになる。この場合には、ディスク全面を確実に初期化するために内周から外周に向かってビームの照射パワーを大きくすれば良い。また、初期化時間は長くなるが、送りピッチを100μmより短くして、記録媒体上の同一場所への照射回数を多くした方が確実に初期化が行なえる場合もある。更に、初期化時の記録媒体の線速度は、4m/s以上30m/s以下が好ましい。特に、6m/s以上15m/s以下が好ましい。また、初期化時の線速度をディスクの半径方向の位置によらず一定にすれば、初期化後の状態が一様になってより好ましい。また、記録膜への熱的ダメージを小さくする

7

ためには、高出力レーザ光の場合、照射を連続光としないでパルス的に照射する方が好ましい。この場合には、ビームのパワーレベルとして少なくとも3つのレベルを設定し、記録膜の結晶化速度および記録膜の冷却速度に合わせて、各パワーレベルの値、ビームのパルス照射周波数やデューティ比やディスクの線速度などを変化させれば良い。たとえば、初期化用ビームのそれぞれのパワーレベルを、

高いパワーレベル（PH）：ビームスポットの中心で記録膜が融解するパワーレベル以上、

中間のパワーレベル（PM）：記録媒体の線速度が速くなるほど高い。（PH>PM>PLの関係）

低いパワーレベル（PL）：再生パワーレベル。

【0009】の条件を満たした条件で初期化を行なえばよい。そして、初期化時の記録媒体の線速度を $v$ 、初期化用ビームの記録トラック方向の半値幅を $x$ 、初期化用ビームのパルス照射周波数を $f$ とすると、

$$f \geq (v/x)$$

の条件を満たした条件で初期化を行なうことにより、初期化領域全体にわたって一様な状態で初期化が行なえる。このようなパルス照射による初期化の場合には、少なくとも初期化を行なった領域と初期化を行なわない領域との境界部分の粗大結晶粒領域の片側の縁が、円弧の一部が多数集まった形状である。

【0010】また、記録媒体によっては、まず最初に記録膜の融点より低い温度となるようなビームパワーを照射し、その後で記録膜が融解する融点以上の温度となるビームパワーの少なくとも2段階の照射を行なった方がよい場合がある。また、逆に最初に記録膜が融解する融点以上の温度となるビームパワーで照射し、次に記録膜の融点より低い温度となるようなビームパワーで照射して初期化しても良い。また、長円ビームの高出力レーザを用いなくても、実際に記録を行なうビーム形状とほぼ同じ形状のレーザビームの照射により、記録膜の融解過程を経る初期化を行なったり、実際に記録を行なうレーザビームで記録膜の融解過程を経る初期化を行なっても良いが、初期化に用いる装置1台で1日に初期化できるディスク枚数は少なくなる。

【0011】初期化を行なうレーザの波長と、実際に情報の読み出しを行なうレーザ波長とが異なる場合がある。この時は、初期化を行なうレーザの波長におけるas depo. 状態の反射率あるいは非晶質状態での反射率が、実際に情報の読み出しを行なうレーザの波長におけるas depo. 状態の反射率あるいは非晶質状態での反射率の3倍以下とした記録媒体を用いることにより、確実な初期化及び良好な記録特性が得られた。特に1.5倍以下とした方が好ましい。この時、初期化用レーザ波長でのas depo. 状態の反射率が低い場合、初期化用レーザのビームの焦点があいにくい時には、初期化用レーザによる初期化の前に弱いフラッシュ光照射を行ない、ディスクの

8

反射率を高くした後、初期化用レーザ光照射による結晶化を行なえばよい。また、as depo. 状態の反射率が低い場合でも、焦点をあわせるための初期化用レーザのリード光のパワーを、初期化を行う時のパワーに近くすることにより、焦点をあわせようとする動作の途中で焦点があった瞬間に記録膜が結晶化し、それによって反射率が上昇するため、その後は安定に焦点をあわせることができる場合がある。

【0012】ビームスポット内に光透過量が減少する領域を生じさせるマスク層を設けて高密度再生または記録を可能する光ディスク媒体を初期化する場合にも、本発明が適用できる。例えばマスク層として色素を用いた場合や、低融点の無機物層を用いた場合などである。さらに、ビームスポット内に光透過量が減少する領域を生じさせるマスク層を設けて高密度再生または記録を可能する光ディスク媒体を初期化する場合にも、本発明が適用できる。例えばマスク層としてナフトロシアニンなどの色素を用いた場合や、低融点の無機物層を用いた場合などである。

【0013】本発明に用いる初期化装置は、初期化用エネルギービームを出射する手段、記録媒体を回転または移動させる手段、初期化用ビームの焦点を記録膜上に合わせる手段、初期化用ビームの記録媒体上の位置を動かす手段、初期化ビームのパワーレベル及び照射時間を制御し記録膜を一時的に融解させる手段を少なくとも有している。さらに、エネルギー源から出射されたビームを、そのスポット形状が記録膜面上で短軸方向の光強度分布がガウス分布に近く、長軸方向の光強度分布の断面形状が台形（頂点が平坦）の長円スポットに整形する手段、該長円スポットの長軸方向を記録トラック方向に対してほぼ直角方向に配置する記録ヘッドの位置決め手段、記録媒体の回転または移動とエネルギービームの記録媒体の半径方向の移動の相互の関係を制御する手段、フラッシュ光を照射する手段、フラッシュ光照射とエネルギービーム照射の照射順序を決定する手段のうちの少なくとも1つ以上を有している。

【0014】本発明では、少なくとも基板上に保護層、光記録膜、中間層、反射層の順に形成した記録媒体を用いる。この時、各層の膜厚を以下の範囲にすることにより良好な特性が得られた。まず、保護層の膜厚は、50nm以上150nm以下が好ましく、特に60nm以上130nm以下が好ましい。光記録膜の膜厚は、10nm以上50nm以下が好ましく、特に12nm以上40nm以下が好ましい。中間層の膜厚は、5nm以上50nm以下が好ましく、特に10nm以上30nm以下が好ましい。反射層の膜厚は、30nm以上300nm以下が好ましく、特に50nm以上200nm以下が好ましい。用いる記録膜としては、高速結晶化が可能な結晶-非晶質相変化光記録膜や、非晶質-非晶質間変化を利用する記録膜、結晶系や結晶粒径の変化などの結晶-結

9

晶間相変化記録膜が好ましいが、他の記録膜を用いてもよい。特に、Ge-Sb-Te系記録膜やAg-In-Sb-Te系記録膜などの相変化を利用した記録膜などを用いれば良い。また、記録膜中に主成分材料よりも高融点であるCr<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>などの高融点材料を添加した記録膜、反射層を2層にした記録媒体などを用いれば、記録膜の流動による記録膜厚変化を抑制することができ好ましい。ここで反射層を2層にした場合の第1層目の膜厚は、20nm以上300nm以下が好ましく、特に50nm以上100nm以下が好ましい。第2層目の膜厚は、30nm以上300nm以下が好ましく、特に50nm以上200nm以下が好ましい。

【0015】記録膜を融解させる動作は、基板上に記録膜等の各層を形成し、少なくとも例えば紫外線硬化樹脂の保護コートをした後で行う方が記録膜へのダメージが少なく好ましい。特に、紫外線硬化樹脂の保護層を塗布した構造の光記録媒体と保護板とを紫外線硬化樹脂等の接着剤あるいはホットメルト法などにより密着貼りあわせを行なった後に、基板側からレーザ光照射やフラッシュ光照射を行なうのが好ましい。また、前記光記録媒体同志の密着貼りあわせを行なって両面記録媒体とした後で両面に照射を行ってもよい。

【0016】本発明の初期化においては、記録膜の少なくとも一部は一度はエネルギービームの照射による融解過程を経ているが、この記録膜を融解させるエネルギー源としては、半導体レーザ、Arレーザ、Krレーザ、あるいは電子線等が使用できる。このうち、装置の小型化や冷却水が不要な半導体レーザが好ましい。エネルギー源が光源の場合、その主たる波長は記録媒体の記録・再生の波長の少なくとも一方との波長差が100nm以下が好ましく、50nm以下が特に好ましい。また、キセノンランプ等のフラッシュ光やストロボ光照射のみでも記録膜の少なくとも一部を融解できれば使用できる。また、記録膜の融点の少し下（融点の下100℃以内）の温度でも、1ヵ所の照射回数を2倍以上に増やせば融解した場合に近い効果が得られた。特に、フラッシュ光やストロボ光の場合には照射時間が長いので、融点より下でも効果を得ることはできる。エネルギービーム照射前に記録膜は非晶質状態にあるので、実際には明確な融点はなく、急冷した場合は結晶化しないで結晶の融点の少し下の温度から軟化する。微細結晶が昇温中にできた場合は、通常知られている融点（大きな結晶の融点）より少し低い温度で融解する。このため、融点より少し下でも効果があると考えられる。このような温度に達すれば通常、冷却中に粗大結晶が生成することから知ることができる。

【0017】また記録膜を融解させる動作は、記録媒体のサーティファイ（読み出しによる欠陥検査）と同時、あるいはその前後に行えば良い。そして、記録膜を融解させる上記の動作は、メーカーが記録媒体を製造した段

10

階（製造方法に関する）、あるいは実際に情報を記録再生する装置で試し書きを行う前（前処理方法に関する）に行えばよい。

【0018】また、本発明は、ディスク状のみならず、カード状などの他の形態の記録媒体にも適用可能である。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の詳細を実施例を用いて説明する。

#### 10 【0020】実施例1

図1は、本実施例に用いる案内溝を有する書き換え型光ディスクの構造断面図を示したものである。まず直径120mm、厚さ0.6mmの案内溝（トラックピッチ1.48μm、U字型溝）を有するポリカーボネート基板1上に、マグネトロンスパッタリング法によって厚さ約110nmのZnS-SiO<sub>2</sub>保護層2を形成した。次に、Cr<sub>2</sub>Ge<sub>20</sub>Sb<sub>22</sub>Te<sub>56</sub>の組成の記録膜3を約25nmの膜厚に形成した。次にZnS-SiO<sub>2</sub>中間層4を約20nmの膜厚に形成した。そして、更にSi層（第1反射層）5を80nm、Al-Ti層（第2反射層）6を約100nm形成した。これらの膜形成は同一スパッタリング装置内で順次行った。その後、この上に紫外線硬化樹脂層7を塗布した後、2液混合室温効果型接着剤8で、同じ構造のもう一枚のディスクとの密着貼りあわせを行った。

【0021】上記のようにして作製したディスクの初期化は次のようにして行った。まず、出力約2Wの高出力半導体レーザ（波長約810nm）から出射されたビームのスポット形状が記録膜面で約1.5μm×100μmの長円スポットになるようにビーム成形し、図2に示すようにこの長円スポット9の長軸方向を記録トラック10方向に対してほぼ直角方向に配置した。そして、ディスクを線速度8m/sで回転させ、記録膜面上で約150mWの連続光（DC光）を照射し、自動焦点合わせを行った。次に、長円スポット9をディスクの外周から内周に一定速度で移動させながら、レーザパワーを記録膜が融解するパワーに上昇させてパルス照射を行なった。初期化条件は、ディスクの線速度8m/s、初期化パルス周波数9MHz、初期化パルスのデューティー比50%、高いパワーレベル（Ph）と中間のパワーレベル（Pm）とのパワー比を2:1に固定し、ディスク上の半径方向の2つの領域でそれぞれ高いパワーレベルを900mWと1800mWにした条件で初期化を行なった。比較のために、DC光（パルス変調していない光）700mWの初期化も行なった。そして、記録は、レーザ波長680nm、NA0.55の記録装置を用い、図3に示した3値波形でオーバーライトを行なった。ここでは、記録パワー9mW、消去パワー4mW、読み出しパワー1mWとした。図4は、各初期化領域での、ジッターのオーバーライト回数依存性を調べた結果を示した



11

ものである。この図から、初期化パワーがDC光700mWおよびパルス光900mWの場合には、オーバーライト回数が少ないところでジッターが大きくなっていることがわかる。この原因として、初期化パワーが小さい場合には記録膜が融解するまでの温度に達しておらず、記録膜はas depo. 状態から融解を経ずに結晶化した為にオーバーライトにより記録膜の構造が徐々に変化したものと考えられる。これに対して、初期化パワーが1800mWと高い場合には、記録膜温度が融点まで達し、一旦記録膜が融解した後、冷却中に再結晶化して大部分が

【0022】本発明では、記録膜の結晶化速度および記録膜の冷却速度に合わせて、各パワーレベルの値およびそのパワー比、ビームのパルス照射周波数やディスクの線速度などを変化させれば良い。たとえば、初期化用ビームのそれぞれのパワーレベルを、

高いパワーレベル（PH）：ビームスポットの中心で記録膜が融解するパワーレベル以上、

中間のパワーレベル（PM）：記録媒体の線速度が速くなるほど高い。（PH>PM>PLの関係）

低いパワーレベル（PL）：再生パワーレベル以下。

【0023】の条件を満たした条件で初期化を行なえばよい。本実施例では、PHは記録膜が融解するパワーレベル（1200mW）よりも高い1800mW、PMはPH>PM>PLの範囲にある900mW、そして、PLは再生パワーレベルの150mWの各条件とした。

【0024】また、初期化時のビームの照射周波数の値によって、初期化ビームの進行方向に記録膜が融解する領域が重ならなくなり反射率にムラが生じる可能性がある。その為に初期化領域の場所によって特性が異ってしまう。そこで、初期化時の記録媒体の線速度を $v$  [m/s]、初期化用ビームの記録トラック方向の半値幅を $x$  [μm]、初期化用ビームのパルス照射周波数を $f$  [MHz] とすると、

$$f \geq (v/x)$$

の条件を満たすようにして初期化を行なった。これにより、初期化領域全体にわたって一様な状態で初期化が行なえた。

【0025】本実施例の初期化方法では、初期化パルス周波数が高いパルス照射を行なった場合には、パルス光が僅かな距離をおいて続けて照射されるために記録膜の冷却速度が遅くなり再結晶化による粗大結晶が初期化領域全体にわたって形成される。パルス初期化の場合には、少なくとも初期化を行なった領域と初期化を行わない領域との境界部分の粗大結晶粒領域の片側の縁が、円弧の一部が多数集まった形状となる。

【0026】また、初期化時間は長くなるが、送りピッ

12

チを100μmより短くして、記録媒体上の同一場所への照射回数を多くした方が確実に初期化が行なえる場合もある。更に、初期化時の記録媒体の線速度としては、4m/s以下では、熱の蓄積によるダメージが大きくなり、30m/s以上では、初期化が不十分になる。そこで、初期化時の記録媒体の線速度としては、4m/s以上30m/s以下が好ましい。特に、初期化マージンが広くなる6m/s以上15m/s以下が好ましい。

【0027】また、記録媒体によっては、まず最初に記録膜の融点以下の温度となるようなビームのパワーを照射し、その後で記録膜が融解する融点以上の温度となるビームのパワーの少なくとも2段階の照射を行なった方が良い場合がある。また、逆に最初に記録膜が融解する融点以上の温度となるビームパワーを照射し、次に記録膜の融点以下の温度となるようなビームパワーを照射して初期化しても良い。記録膜が融解した後再結晶化をした場合には、粗大結晶粒が生じる。ここでの粗大結晶粒の最大幅は0.1μm以上となるような記録媒体及び初期化方法とすることにより、良好な記録・再生特性が得られた。より好ましくは、実際のオーバーライト時に形成される粗大結晶粒の最大幅に近い0.3μm以上である。また、長円ビームの高出力半導体レーザを用いなくても、実際に記録を行なうビーム形状とほぼ同じ形状の半導体レーザビームの照射により、記録膜の融解過程を経る初期化を行なったり、実際に記録を行なう半導体レーザビームで記録膜の融解過程を経る初期化を行なっても良い。この場合には、初期化に用いる装置1台で1日に初期化できるディスク枚数は少なくなる。キセノンランプからのフラッシュ光、あるいはストロボ光を、エネルギービームとして使用しても良い。この場合、ディスク全面に同時に照射しても良いがクラック発生等の熱的ダメージが起こりやすい。そこで、ランプの後に凹面反射鏡、前に光の一部を通過させるスリットとレンズを配置し、ディスクを2000rpmで回転させながらディスク上の一部にビームを照射したところ、良好な初期化が行なえた。

【0028】記録や再生ビームスポット内に光透過量が減少する領域を生じさせるマスク層を設けて高密度再生または記録を可能とする光ディスク媒体を初期化する場合にも、本発明が適用できる。例えばマスク層として色素を用いた場合や、低融点の無機物層を用いた場合などである。さらに、ビームスポット内にレーザビームが記録膜まで透過しない領域を生じさせるマスク層を設けて高密度記録情報の再生または記録を可能とする光ディスク媒体を初期化する場合にも、本発明が適用できる。例えばマスク層としてフタロシアニンなどの色素を用いた場合や、低融点の無機物層を用いた場合などである。

【0029】本実施例に用いた初期化装置は、初期化用エネルギービームを出射する手段、記録媒体を回転させる手段、初期化用ビームの焦点を記録膜上に合わせる手



13

段、初期化用ビームの記録媒体上の位置を動かす手段、初期化ビームのパワーレベル及び照射時間を最適に制御し記録膜を一時的に融解させる手段、エネルギー源から出射されたビームを、そのスポット形状が記録膜面上で短軸方向の光強度分布がガウス分布に近く、長軸方向の光強度分布の断面形状が台形（頂点が平坦）の長円スポットに整形する手段、該長円スポットの長軸方向を記録トラック方向に対してほぼ直角方向に配置する記録ヘッドの位置決め手段、記録媒体の回転または移動とエネルギービームの記録媒体の半径方向の移動の相互の関係を制御する手段を有している。ただし、フラッシュ光源やストロボ光源を用いる場合は、焦点を合わせる必要はなく、ビームを記録膜上に導くだけで良い。また、長円形や長方形の光スポットに整形しても良いが、短軸方向の光強度をガウス分布にする必要は無い。

【0030】高出力半導体レーザーによる初期結晶化においては、熱によるダメージを少なくする必要がある。そこで、本発明で用いた長円スポットは、短軸方向（短手方向）には回折限界まで集光し、ガウス分布に近くなっている。さらに、大面積を一度に一樣に初期化するために長軸方向（長手方向）の光強度分布の断面形状を台形に近くしている。すなわち、光強度分布の頂点が平坦部を有しているのである。この時、頂点の平坦部より10%程度低いパワーにおける長軸方向の長さを、短軸方向の強度分布の $1/e^2$ のパワーでスライスしたときの長軸方向の長さの約70%以上にしている。本実施例では、長円スポットの短軸方向は約 $1.5\mu\text{m}$  ( $1/e^2$ )で、長軸方向は約 $100\mu\text{m}$ である。この長円スポットの長軸方向を記録トラック方向に対してほぼ直角方向になるように配置した状態でディスクを回転させ記録膜上にビーム焦点があうようにして初期結晶化を行う。この場合の記録トラック方向（短軸方向）の光強度分布はガウス分布をしているため、急熱急冷が可能となり熱によるダメージが少ない。

【0031】以上のように、高出力半導体レーザー（出力2W程度）を用い、この高出力半導体レーザーから出射されたビームスポット形状が記録膜面上で長円形となるようにビームを整形し、さらにこの長円スポットの長軸方向を記録トラック方向に対してほぼ直角方向になるように配置した状態でビームをパルス照射することにより、照射回数10回（光ヘッドの送り量： $10\mu\text{m}/\text{回転}$ ）、高いパワー1800mW、中間のパワー900mW、線速 $8\text{m}/\text{s}$ の条件で初期結晶化を行い、直径120mmのディスク1枚を約100秒でオーバーライト回数による再生信号のジッターの変化が小さい初期化が可能となり、従来方法（溝上および溝間とも記録トラック毎に初期化）に比べて、10倍以上の初期化時間の短縮ができた。ここで、高出力半導体レーザーの出力が1Wの場合は、長円スポットの形状を、短軸方向を約 $1.5\mu\text{m}$  ( $1/e^2$ )、長軸方向を約 $50\mu\text{m}$ にビーム整形す

14

ることにより、初期化時間の短縮程度は小さくなるが同様な効果が得られた。

【0032】本発明では、少なくとも基板上に保護層、光記録膜、中間層、反射層の順に形成した記録媒体を用いる。この時、各層の膜厚を以下の範囲に設定した。まず、保護層の膜厚は、 $50\text{nm}$ よりも薄いとオーバーライトによる記録膜流動が起こりやすくなり、 $150\text{nm}$ よりも厚いと記録時の熱によるダメージが大きくなるため、 $50\text{nm}$ 以上 $150\text{nm}$ 以下が好ましく、特に初期化用のレーザーでの吸収率を大きく取ることができる $60\text{nm}$ 以上 $130\text{nm}$ 以下が好ましい。光記録膜の膜厚は、 $10\text{nm}$ 以下では信号レベルを大きく取ることができず、また $50\text{nm}$ 以上ではオーバーライトによる記録膜流動が起こりやすくなるため、 $10\text{nm}$ 以上 $50\text{nm}$ 以下が好ましく、特にオーバーライト特性が良好な $12\text{nm}$ 以上 $40\text{nm}$ 以下が好ましい。中間層の膜厚は、 $5\text{nm}$ 以下ではオーバーライト時に変形したり記録膜と反射層の間で拡散が生じる可能性があり、 $50\text{nm}$ 以上では徐冷構造となり消去比のパワーマージンが狭くなるため、 $5\text{nm}$ 以上 $50\text{nm}$ 以下が好ましく、特に記録膜流動が起こりにくい $10\text{nm}$ 以上 $30\text{nm}$ 以下が好ましい。反射層の膜厚は、 $30\text{nm}$ 以下では反射層としての効果が少なく、 $300\text{nm}$ 以上では膜が剥がれやすくなるため、 $30\text{nm}$ 以上 $300\text{nm}$ 以下が好ましく、特に熱的及び機械的効果の大きい $50\text{nm}$ 以上 $200\text{nm}$ 以下が好ましい。用いる記録膜としては、高速結晶化が可能な結晶-非晶質相変化光記録膜や、非晶質-非晶質間変化を利用する記録膜、結晶系や結晶粒径の変化などの結晶-結晶間相変化記録膜が好ましいが、他の記録膜を用いてもよい。特に、Ge-Sb-Te系記録膜やAg-In-Sb-Te系記録膜などの相変化を利用した記録膜などを用いれば良い。また、記録膜中に主成分材料よりも高融点である $\text{Cr}_2\text{Te}_3$ などの高融点材料を添加した記録膜、本実施例のように反射層を2層にした記録媒体などを用いれば、記録膜の流動による記録膜膜厚変化を抑制することができ好ましい。ここで反射層を2層にした場合の第1層目の膜厚は、 $20\text{nm}$ 以上 $300\text{nm}$ 以下が好ましく、特に $50\text{nm}$ 以上 $100\text{nm}$ 以下が好ましい。第2層目の膜厚は、 $30\text{nm}$ 以下では記録膜の流動による記録膜膜厚変化を抑制するのが難しくなり、 $300\text{nm}$ 以上では徐冷構造となり消去比のパワーマージンが狭くなるため、 $30\text{nm}$ 以上 $300\text{nm}$ 以下が好ましく、特にオーバーライトによる記録膜流動が起こりにくい $50\text{nm}$ 以上 $200\text{nm}$ 以下が好ましい。

【0033】記録膜を融解させる動作は、本実施例のように2枚のディスクを張り合わせた後で行う方が確実に行えるため好ましいが、少なくとも保護コートをした後で行えば記録膜へのダメージが少なくてよい。

【0034】下部保護層の膜厚を変えて読み出し、あるいは記録波長での光反射率を下げ、最大の再生信号強度

15

が得られるようにすると、他の波長の反射率が上がって初期化パワー不足状態になるので、初期化レーザの波長は記録または読み出し波長から $\pm 50\text{ nm}$ 以内の範囲にするのが好ましい。高出力レーザの作りやすさも考慮すると、波長 $680\text{ nm} \pm 30\text{ nm}$ の高出力半導体レーザを用いるのが特に好ましい。

【0035】本実施例では、記録膜の融解は、ディスクのサーティファイ（読み出しによる欠陥検査）の後に行ったが、ディスクのサーティファイと同時にあるいはサーティファイの前に行っても同様な効果が得られた。

【0036】以上の説明は、エネルギービームの照射によって情報の書き換えが可能な情報の記録媒体の製造方法（メーカーが記録媒体を製造した段階）に関する説明であるが、実際に本発明の記録媒体に情報を記録再生する装置で試し書きを行う前（前処理方法に関する）に行う場合においても上記の効果が得られた。

#### 【0037】実施例2

本実施例に用いる書き換え型光ディスクの構造は図1と基本的に同じである。ただ、各層の膜厚が異なる。まず直径 $120\text{ mm}$ 、厚さ $0.6\text{ mm}$ の案内溝（トラックピッチ $1.48\text{ }\mu\text{ m}$ 、U字型溝）を有するポリカーボネート基板上に、マグネトロンスパッタリング法によって厚さ約 $80\text{ nm}$ の $\text{ZnS-SiO}_2$ 保護層を形成した。次に、 $\text{Cr}_3\text{Ge}_{21}\text{Sb}_{20}\text{Te}_{56}$ の組成の記録膜を約 $25\text{ nm}$ の膜厚に形成した。次に $\text{ZnS-SiO}_2$ 中間層を約 $20\text{ nm}$ の膜厚に形成した。そして、更にSi層（第1反射層）を $50\text{ nm}$ 、Al-Ti層（第2反射層）を約 $100\text{ nm}$ 形成した。これらの膜形成は同一スパッタリング装置内で順次行った。その後、この上に紫外線硬化樹脂層を塗布した後、ホットメルト接着剤で、同じ構造のもう一枚のディスクとの密着貼りあわせを行った。

【0038】上記のようにして作製したディスクの初期化は実施例1とほぼ同じであるが、このディスクは、読み出し波長において結晶状態と非晶質状態の反射率差を大きくとるためにas depo. 状態の反射率を低くした構造としている。そのために、記録・消去・読み出しに用いている半導体レーザの波長である $680\text{ nm}$ 付近では、as depo. 状態での反射率が5%と低く、自動焦点合わせが非常にかかりにくい状態である。そこで、本実施例では、高出力半導体レーザによる初期結晶化の前に、作製したディスクの反射率を焦点が合う程度に上げるため、まず融点より少し低い温度になるフラッシュ光照射を行った。このフラッシュ光照射パワーは約 $2\text{ ジュール}/\text{cm}^2$ とした。これにより反射率が13%と高くなり、安定に焦点が合うようになった。また、フラッシュ光照射を行なわなくても焦点をあわせるための高出力半導体レーザのリード光のパワーを、約 $500\text{ mW}$ と大きくすることにより、焦点をあわせようとする動作の途中で焦点があった瞬間に記録膜が結晶化し、それによって反射率が上昇するため、その後は安定に焦点をあわせること

16

ができる場合がある。

【0039】本実施例のように初期化を行なう半導体レーザの波長（ $810\text{ nm}$ ）と実際に情報の読み出しを行なう半導体レーザの波長（ $680\text{ nm}$ ）とが異なる場合がある。この時は、初期化を行なう半導体レーザの波長におけるas depo. 状態の反射率が、実際に情報の読み出しを行なう半導体レーザの波長におけるas depo. 状態の反射率の3倍以下とした記録媒体を用いることにより、確実な初期化及び良好な記録特性が得られた。特に、各波長でのas depo. 状態の反射率差を1.5倍以下とすることにより効果が大きかった。

【0040】本実施例に用いた初期化装置は、初期化用エネルギービームを出射する手段、記録媒体を回転または移動させる手段、初期化用ビームの焦点を記録膜上に合わせる手段、初期化用ビームの記録媒体上の位置を動かす手段、初期化ビームのパワーレベル及び照射時間を制御し記録膜を一時的に融解させる手段、エネルギー源から出射されたビームを、そのスポット形状が記録膜面上で短軸方向の光強度分布がガウス分布に近く、長軸方向の光強度分布の断面形状が台形（頂点が平坦）の長円スポットに整形する手段、該長円スポットの長軸方向を記録トラック方向に対してほぼ直角方向に配置する記録ヘッドの位置決め手段、記録媒体の回転または移動とエネルギービームの記録媒体の半径方向の移動の相互の関係を制御する手段、フラッシュ光を照射する手段、フラッシュ光照射とエネルギービーム照射の照射順序を決定する手段を有している。

#### 【0041】

【発明の効果】本発明によれば、初期化に高出力エネルギービームを用い、ビームスポット形状が記録膜面上で長円形あるいは長方形となるようにビームを成形し、更にこの長円スポットの長軸方向を記録トラック方向に対してほぼ直角方向になるように配置した状態でビームを照射して、記録膜を少なくとも部分的に融解させることにより、オーバーライト回数の違いによる特性変化を小さくすることができた。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明におけるディスク構造の断面図。

【図2】本発明における長円ビームの配置図。

【図3】本発明における3値記録波形。

【図4】本発明におけるジッターのオーバーライト回数依存性。

#### 【符号の説明】

- |       |   |
|-------|---|
| 1, 1' | ポリカーボネート基板  |
| 2, 2' | $\text{ZnS-SiO}_2$ 誘電体層   |
| 3, 3' | 記録膜 ( $\text{Cr}_3\text{Ge}_{20}\text{Sb}_{22}\text{Te}_{56}$ ) |
| 4, 4' | $\text{ZnS-SiO}_2$ 誘電体層   |
| 5, 5' | Si反射層   |
| 6, 6' | Al-Ti合金反射層  |
| 7, 7' | 紫外線硬化樹脂保護層  |

17  
8 ホットメルト接着層  
9 長円スポット

【図1】

18  
10 記録トラック。

【図2】

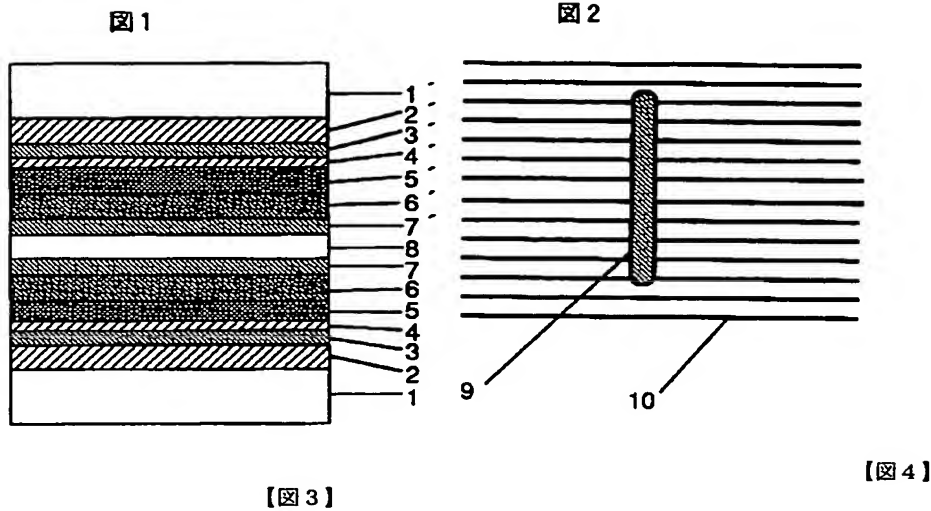


図3

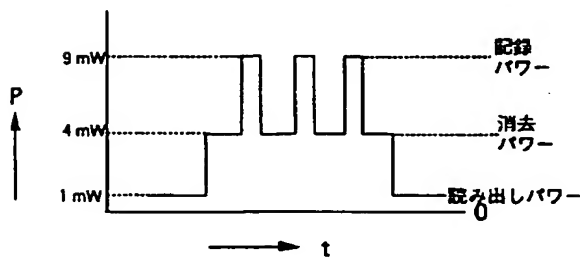
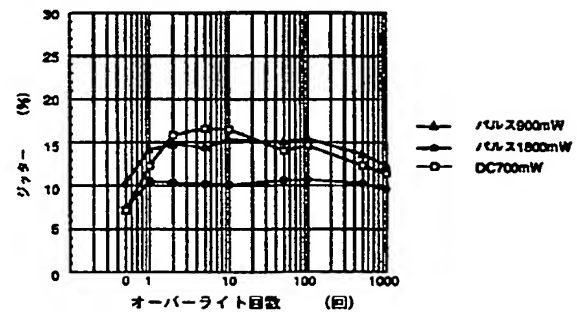


図4



フロントページの続き

(72)発明者 宮本 真  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所映像情報メディア事業部 40  
内

(72)発明者 廣常 朱美  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 城石 芳博  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 粟野 博之  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内